

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

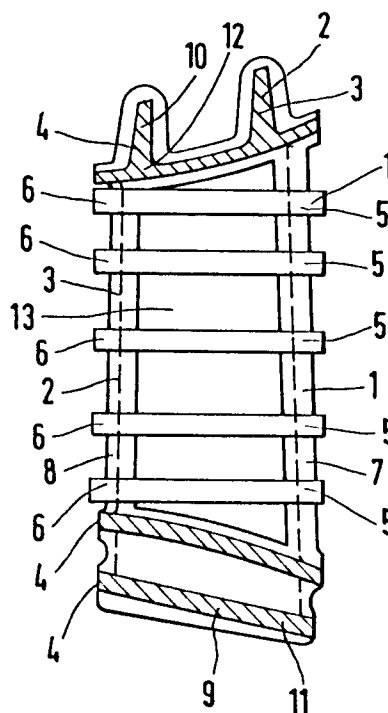
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 533 125 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG(21) Anmeldenummer: **92115814.3**(51) Int. Cl.⁵: **B23Q 3/08**(22) Anmeldetag: **16.09.92**(30) Priorität: **18.09.91 DE 4130953**(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.03.93 Patentblatt 93/12(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE DE ES FR GB IT NL PT SE(71) Anmelder: **MTU MOTOREN- UND
TURBINEN-UNION MÜNCHEN GMBH**
Dachauer Strasse 665 Postfach 50 06 40
W-8000 München 50(DE)(72) Erfinder: **Meier, Reinhold**
Unterer Markt 36
W-8250 Dorfen(DE)
Erfinder: **Kerger-Knilling, Karl**
Kärl-Hänel-Strasse 43
W-8000 München 50(DE)(54) **Einfassung zur Fixierung von zu bearbeitenden Werkstücken und Verfahren zur Herstellung und Trennung der Einfassung.**

(57) Die Erfindung betrifft eine formschlüssige, angegossene Einfassung mit parallelen Einspannflächen (5) zur Fixierung von zu bearbeitenden metallischen Werkstücken (3) mit unregelmäßigen Konturen und ein Verfahren zur Herstellung und Trennung der Einfassung. Dabei ist die Einfassung aus Kunststoff und besteht aus mehreren beabstandeten Rippen (6), die durch Stege (7,8) verbunden sind. Die Einfassung hat den Vorteil, daß Werkstücke (3) mit unregelmäßigen Konturen kostengünstig und schnell eingefäßt und endbearbeitet oder repariert werden können.

FIG. 1**EP 0 533 125 A1**

Die Erfindung betrifft eine formschlüssige, angegossene Einfassung mit parallelen Einspannflächen zur Fixierung von zu bearbeitenden metallischen Werkstücken mit unregelmäßigen Konturen und ein Verfahren zur Herstellung und Trennung der Einfassung.

Eine aus Metall gegossene Einfassung der gattungsgemäßen Art ist aus GB-21 66 070 bekannt, wobei ein metallisches hochtemperaturfestes Werkstück mit unregelmäßigen Konturen wie beispielsweise eine Triebwerksschaufel in einen Block aus niedrigschmelzendem Metall teilweise eingegossen wird, so daß dabei parallele Einspannflächen entstehen, und damit die Weiterbearbeitung des Werkstücks ermöglicht wird. Ein Nachteil dieser Fixierung besteht darin, daß schmelzflüssiges Metall beim Eingießen mit der Werkstückoberfläche in Berührung kommt, so daß zumindest die Gefahr einer Kontamination der Werkstückoberfläche mit Fremdmetallen besteht. Im Hochtemperaturbetrieb des Werkstücks ist eine Beeinflussung der Festigkeitseigenschaften im Bereich der angegossenen Einfassung des bearbeiteten Werkstücks nicht auszuschließen. Ein weiterer Nachteil besteht in der aufwendigen chemischen oder chemo-physikalischen Reinigung der Oberfläche des Werkstücks, wenn eine Kontamination beseitigt werden soll. Nachteilig können beim Erkalten der Metallschmelze des Einfassungsmaterials Risse auftreten. Ein weiterer Nachteil besteht im Handling des metallisch eingefassten Werkstücks, da der Eingußblock eine erhebliche Gewichtszunahme verursacht. Schließlich ist durch die Weichheit des niedrigschmelzenden Metalls gegenüber dem hochschmelzenden harten Werkstück eine spanabhebende durchgehende Bearbeitung von Einfassungsmaterial und Werkstückmaterial nicht möglich.

Außerdem ist das aus GB-21 66 070 bekannte Verfahren zumindest für Reparaturaufgaben unwirtschaftlich, da eine Metallschmelzenergie aufgebracht werden muß und ein vollständiger Metallgießprozeß mit entsprechend aufwendiger Handhabung von Metallschmelzen und langen Abkühlphasen vorzusehen ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine gattungsgemäße Einfassung und ein Verfahren zu ihrer Herstellung und Trennung anzugeben, bei der eine gemeinsame spanabhebende Bearbeitung von Einfassungsmaterial und Werkstückmaterial möglich ist, ein für die Werkstückfestigkeit gefahrlose Kontamination von Einfassungsmaterial ohne reinigende Nachbehandlung zulässig ist und gleichzeitig die Kontamination vernachlässigbar gering ist. Ferner soll die Einfassung frei von Materialrissen sein und es sollen die parallelen Einspannflächen eine sichere Fixierung ermöglichen. Ferner ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren anzugeben, daß

derart kostengünstig ist, daß bereits gebrauchte und beschädigte Bauteile für eine Reparatur eingefast werden können.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Einfassung aus Kunststoff besteht und mehrere beabstandete Rippen aufweist, die durch Stege verbunden sind.

Die erfindungsgemäße Einfassung hat den Vorteil, daß Kunststoff bei hohen Einsatztemperaturen des Werkstücks in oxidierender Atmosphäre verbrennt, so daß einzelne Molekülketten, die eventuell die metallische Oberfläche nach Bearbeitungs- und Trennschritt noch kontaminieren könnten, zerfallen und die Festigkeit des Werkstücks nicht negativ verändern. Kunststoff ist durch sein niedriges spezifisches Gewicht leicht handhabbar. Mittels konventioneller Maschinen kann Kunststoff in wenigen Sekunden an das Werkstück angegossen werden und die gerippte Struktur der parallelen Einspannflächen sichert ein rißfreies Angießen des Einfassungsmaterials, da Kunststoff beim Abkühlen aus dem Erweichungszustand über die Rippen und Stege genügend Wärme abgeben kann, um gleichmäßig abzukühlen und zu schrumpfen. Außerdem besitzt Kunststoff bei Raumtemperatur noch eine ausreichende plastische Fließfähigkeit, um frei von Rissen zu schrumpfen.

Einen besonderen Vorteil liefert die bevorzugte Verwendung eines Thermoplastes als Einfassungswerkstoff. Ein Thermoplast kann mehrfach verwendet werden, da er bei niedrigen Temperaturen hart und zäh ist und bei erhöhten Temperaturen erweicht. Damit wird ein umweltverträgliches Einfassen möglich; denn der Thermoplast kann näherungsweise zu 100 % ohne kostenintensive Aufbereitungsschritte wiederverwendet werden.

Ein bevorzugter Werkstoff für die Einfassung ist Polystyrol. Dieser Kunststoff ist bei Raumtemperatur hart und fest und in der Lage eine unregelmäßige Werkstückkontur in Rippen nach einem Anguß bei Erweichungstemperatur und Abkühlung auf Raumtemperatur rißfrei zu umschließen. Die Festigkeit ist so groß, daß ein Einspannen der Rippen in herkömmliche Fixierwerkzeuge verformungsfrei möglich ist. Außerdem ist dieser Kunststoff mit den gleichen wassergekühlten Werkzeugen wie das Werkstück spanabhebend bearbeitbar.

Bei einer bevorzugten Ausführung der Einfassung sind die Rippen und die Stege von annähernd gleichgroßer Querschnittsfläche. Das hat den Vorteil, daß Schrumpfspannungen an den Übergängen von Rippen und Stegen minimiert werden und eine rißfreie Einfassung ermöglicht wird.

Eine weitere bevorzugte Ausführung des Verfahrens sieht vor, daß das Werkstück zwischen den Rippen vollständig von der Einfassung umhüllt wird. Dadurch wird einerseits erreicht, daß die Position der Rippen und Stege auf dem Werkstück

zusätzlich gesichert wird und andererseits, daß vorteilhaft das Werkstück an nicht bedeckten freiliegenden Oberflächen galvanisch beschichtet oder elektro-chemisch oder chemo-physikalisch bearbeitet werden kann.

Eine bevorzugte Anwendung der Einfassung besteht in der Fixierung von Triebwerksschaufeln, wobei die Stege die Vorder- und Hinterkante des Schaufelblattes zumindest teilweise umschließen. Damit ist der Vorteil verbunden, daß Vorder- und Hinterkante vor mechanischen Beschädigungen beim Bearbeiten geschützt sind und gleichzeitig die Position der Rippen auf dem Schaufelblatt fixiert wird.

Die Rippen werden vorzugsweise orthogonal oder in einem Winkel zwischen 45° und 90° zur Schaufelblattachse angeordnet und umschließen vollständig das Schaufelblatt. Das hat den Vorteil, daß die Schaufelblattachse genauer ausgerichtet werden kann und eine sichere Fixierung der Schaufel gewährleistet wird.

Bei der Herstellung und Reparatur einer Triebwerksschaufel wird zunächst das Schaufelblatt endbearbeitet und dazu im Bereich des Fußes oder wenn ein angegossenes Deckbandsegment als integraler Bestandteil vorhanden ist, an dem Deckbandsegment eingespannt. Zur Endbearbeitung des Deckbandsegmentes und/oder des Schaufelfußes wird danach um das Schaufelblatt eine Einfassung gegossen, um geeignete parallele Einspannflächen herzustellen. Eine bevorzugte Ausbildung der Einfassung sieht deshalb vor, daß der Abstand zwischen den Rippen im Bereich des Schaufelfußes oder der Schaufelspitze kleiner ist als in der Schaufelblattmitte.

In der Schaufelblattmitte ist vorzugsweise der Abstand zwischen den Rippen größer als die doppelte Rippendicke. Mit dieser Anordnung der Rippen lassen sich vorteilhaft die Einspannkräfte auf das Schaufelblatt verteilen, ohne daß deformierende Einspannkräfte auftreten, zumal Schaufelblätter in Flugtriebwerken äußerst dünne Wandstärken in der Schaufelblattmitte aufweisen.

Ein bevorzugtes Verfahren zur Herstellung einer Einfassung besteht darin, das Werkstück in eine Aufnahmeform einer Spritzgußmaschine einzupassen und den Kunststoff für die Einfassung an das Werkstück spritzzugießen. Dabei ist es von Vorteil, daß bei der Verwendung von Polystyrol als Einfassungsmaterial auch die zu bearbeitenden Flächen wie Schaufelfuß und Deckbandsegment eingegossen werden können, da eine wassergekühlte spanabhebende Bearbeitung beider Materialien mit den üblichen Werkzeugen vorteilhaft möglich ist. Sofern das Schaufelblatt vollständig von Einfassungsmaterial umhüllt ist, kann sich einer spanabhebenden Bearbeitung vorteilhaft eine galvanische Beschichtung im Deckbandbereich oder

im Schaufelfußbereich anschließen und/oder eine elektrochemische Politur oder Ätzung. Auch chemo-physikalische Bearbeitungsschritte wie Vakuumaufdampfen oder Sputtern oder CVD-Abscheidungen sind möglich, wobei die endbearbeitete Schaufelblattoberfläche durch eine vollständig Einfassung geschützt ist.

Zum Trennen des Werkstücks von der Einfassung wird das eingefasste Werkstück auf eine Temperatur gekühlt, bei der durchgehende Schrumpfrisse in der Einfassung gebildet werden. Da der Kunststoff bei tiefen Temperaturen versprödet und stärker schrumpft als das metallische Werkstück, entstehen durchgehende Schrumpfrisse im Kunststoff, ohne daß das Werkstück verformt wird. Die Einfassung platzt von dem Werkstück vorteilhaft rückstandsfrei ab und kann im Falle eines Thermoplastes wiederverwendet und einem Spritzgußverfahren erneut zugeführt werden.

Die folgenden Fig. verdeutlichen die Erfindung an bevorzugten Ausführungsbeispielen.

Fig. 1 zeigt eine angegossene Einfassung eines Werkstücks vor dessen Endbearbeitung.

Fig. 2 zeigt eine angegossene Einfassung eines Werkstücks in Seitenansicht.

Fig. 3 zeigt ein eingefasstes Werkstück nach Endbearbeitung.

Fig. 1 zeigt eine angegossene Einfassung 1 eines zu bearbeitenden Werkstücks 2 mit unregelmäßigen Konturen wie einer Schaufel 3 für Gasturbinentriebwerke vor der Endbearbeitung. Das Werkstück 2 ist bis auf wenige Positionierflächen 4 mittels Spritzgußtechnologie von einem Einfassungsmaterial aus Kunststoff vollständig umgeben worden. Der Kunststoff ist in diesem Beispiel Polystyrol, ein Thermoplast, dessen Erweichungstemperatur zwischen 80 und 150 °C liegt und der bei Raumtemperatur eine ausreichende Festigkeit besitzt, um Einspannkräfte über planparallel angeordnete Einspannflächen 5 aufzunehmen. Diese Einspannflächen 5 sind auf Rippen 6 angeordnet, die mittels Stegen 7 und 8 auf Abstand gehalten werden. Dieser Abstand verringert sich zu den zu bearbeitenden Flächen 9 und 10 hin. Damit wird ein sicheres Einspannen in der Nähe der Bearbeitungsbereiche gewährleistet.

Im Falle einer Schaufel 3 befinden sich die zu bearbeitenden Flächen im Bereich des Schaufelfußes 11 und im Bereich eines Deckbandsegmentes 12. Schaufelfuß 11 und Deckbandsegment 12 sind integrale Bestandteile einer Schaufel 3. Zwischen diesen ist das Schaufelblatt 13 angeordnet, das vor dem Einfassen bereits seine Endkontur aufweist. Der Steg 7 bedeckt dabei gleichzeitig die Vorderkante des Schaufelblattes 13 und der Steg 8 die Hinterkante, so daß das Schaufelblatt 13 vor mechanischer Beeinträchtigung geschützt ist. Die

Querschnittsflächen der Stege 7 und 8 besitzen annähernd die gleiche Größe wie die Querschnittsflächen der Rippen 6.

Die Schaufelblattoberfläche zwischen den Rippen 6 und Stegen 7 und 8 der Einfassung 1 kann ebenfalls von einer dünnen Kunststoffschicht eingefasst sein. Damit ist bei galvanischen Beschichtungsschritten und/oder bei elektrochemischer Politur oder Ätzung oder bei chemo-physikalischen Bearbeitungsschritten wie Vakuumaufdampfen, Sputtern oder CVD-Abscheidungen im Deckbandbereich oder im Schaufelfußbereich die Schaufeloberfläche geschützt.

Die Kunststoffeinfassung bedeckt dann wie in diesem Beispiel die gesamte Schaufel 3 bis auf wenige Positionierflächen 4. Die Positionierflächen werden beim Spritzguß frei von Einfassungsmaterial gehalten, um beispielsweise beim Fräsen von planparallelen Einspannflächen 5 auf den Rippen 6 der Einfassung 1 geeignete Bezugsflächen zur Justage des Werkstücks 2 vorzugeben.

Bei der Endbearbeitung kann der Kunststoff der Einfassung 1 ohne zusätzliche Sonderwerkzeuge spanabhebend mit dem Werkstück 2 gemeinsam wassergekühlt bearbeitet werden.

Fig. 2 zeigt eine angegossene formschlüssige Einfassung 1 eines Werkstücks 2 in Seitenansicht. Nach dem Spritzgießen der Einfassung 1 aus Rippen 6 und Stegen 7 wurden die Einspannflächen 5 und 14 an den Rippen planparallel nach Justage in Bezug auf die Positionierflächen 4 gefräst. Dieser Frässchritt ist nicht erforderlich, wenn die Einfassung 1 nach dem Spritzguß ausreichend exakt positionierte, planparallele Einspannflächen 5 und 14 auf den Rippen 6 aufweist.

Fig. 3 zeigt ein eingefasstes Werkstück 2 nach Endbearbeitung. Dabei ist mit der Endbearbeitung des unteren 15 und oberen 16 Werkstückbereichs auch die Einfassung 1 aus Kunststoff mit abgearbeitet worden. Im Falle der Endbearbeitung einer Schaufel 3 wurde der Schaufelfuß 11 und ein Deckbandsegment 12 mit Dichtspitzen 17 in geometrischem Bezug auf die Einspannfläche 5 bearbeitet, so daß die Einfassung 1 mit ihren planparallelen Einspannflächen 5 im Bereich des Schaufelblattes 13 stehengeblieben ist. Mit einem Abkühlverfahren wird nach der Endbearbeitung der verbliebene Rest der Einfassung 1 vom Schaufelblatt 13 getrennt. Dazu wird das eingefasste Werkstück 1 auf eine Temperatur gekühlt, bei der durchgehende Schrumpfungsrisse in der Einfassung gebildet werden und die Einfassung von dem Werkstück 2 rückstandsfrei in Bruchstücken abplatzt.

Das Herstellen einer formschlüssigen Einfassung 1 im Spritzgußverfahren erfordert nur Bruchteile einer Minute und das rückstandsfreie Trennen der Einfassung 1 vom Werkstück 2 mittels eines Abkühltrittes ebenso. Die beim Trennen anfallen-

den Kunststoffbruchstücke können wiederverwendet werden. Damit steht mit dieser Einfassung 1 ein kostengünstiges Hilfsmittel zur Verfügung, das Bearbeitungsschritte an Werkstücken 2 mit unregelmäßigen Konturen und Reparaturen derartiger Werkstücke 2 kostengünstig und kurzfristig ermöglicht und sogar Reparaturarbeiten wirtschaftlich vertretbar zuläßt.

Patentansprüche

1. Formschlüssige angegossene Einfassung mit parallelen Einspannflächen zur Fixierung von zu bearbeitenden Werkstücken mit unregelmäßigen Konturen, dadurch gekennzeichnet, daß die Einfassung (1) aus Kunststoff besteht und mehrere beabstandete Rippen (6) aufweist, die durch Stege (7, 8) verbunden sind.
2. Einfassung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einfassung (1) aus einem Thermoplast besteht.
3. Einfassung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Einfassung (1) aus Polystyrol besteht.
4. Einfassung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Rippen (6) und die Stege (7, 8) annähernd gleichgroße Querschnittsflächen aufweisen.
5. Einfassung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (2) zwischen den Rippen (6) vollständig von der Einfassung (1) umhüllt wird.
6. Anwendung der Einfassung zur Fixierung einer Triebwerksschaufel nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Stege (7, 8) die Vorder- und Hinterkante des Schaufelblattes (13) zumindest teilweise umschließen.
7. Einfassung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Rippen (6) orthogonal oder in einem Winkel zwischen 45° und 90° zur Schaufelblattachse (13) angeordnet sind und das Schaufelblatt umschließen.
8. Einfassung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zwischen den Rippen (6) im Bereich des Schaufelfußes (11) oder der Schaufelspitze kleiner ist als in der Schaufelblattmitte.
9. Einfassung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zwi-

schen den Rippen (6) in der Schaufelblattmitte größer als die doppelte Rippendicke ist.

10. Verfahren zur Herstellung einer Einfassung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (2) in eine Aufnahmeform einer Spritzgußmaschine eingepaßt wird und der Thermoplast an das Werkstück (2) spritzgegossen wird. 5
- 10
11. Verfahren zur Trennung einer Einfassung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das eingefäßte Werkstück (2) auf eine Temperatur gekühlt wird, bei der durchgehende Schrumpfrisse in der Einfassung (1) gebildet werden. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG. 1

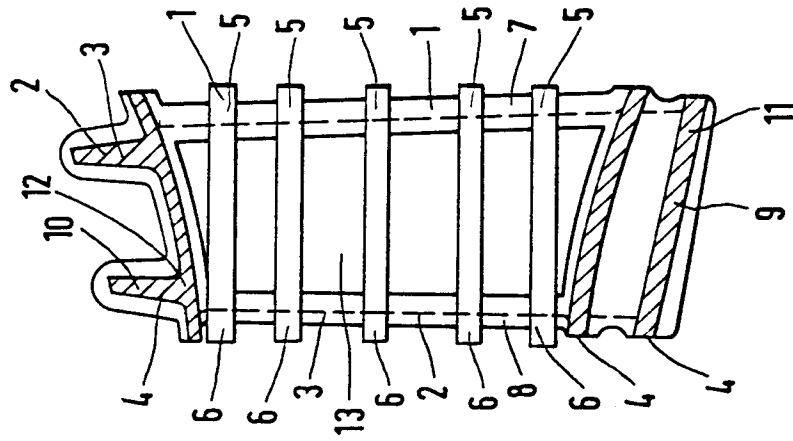


FIG. 2

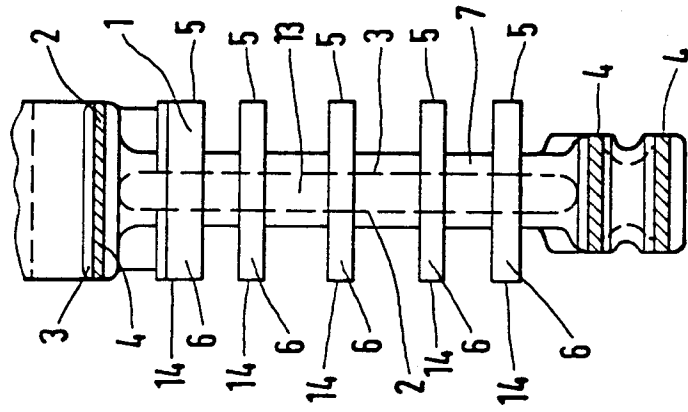
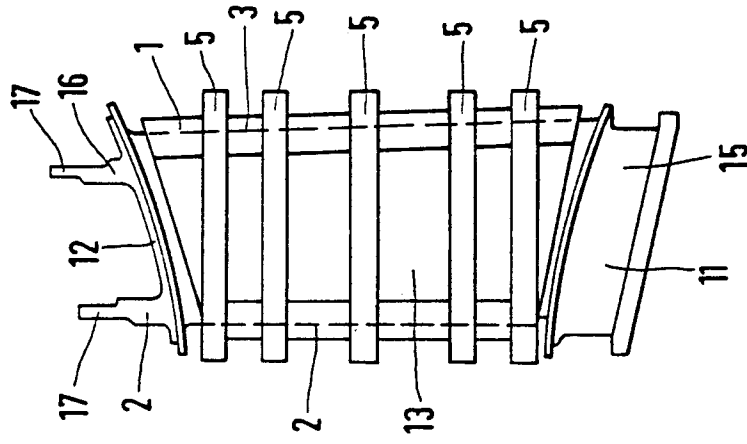


FIG. 3





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 11 5814

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
Y	DE-A-3 439 250 (HAUNI) * Anspruch 1 * ---	1-3,6,7, 10,11	B23Q3/08
D,Y	GB-A-2 166 070 (HAUNI) * Ansprüche 3,5; Abbildungen 1,7 * ---	1-3,6,7, 10,11	
Y	DE-A-3 427 885 (HAUNI) * Anspruch 4 * ---	11	
A	DE-C-2 822 828 (FISHER) * Anspruch 1 * ---	1,6,7	
A	US-A-3 084 426 (HUGO) * Anspruch 1 * ---	1	
A	FR-A-2 652 299 (UNITED) * Seite 1, Absatz 4 - Seite 2, Absatz 2 * ---	1	
A	EP-A-0 420 088 (MTU) * Anspruch 5 * -----	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
Recherchenort DEN HAAG			Abschlußdatum der Recherche 24 NOVEMBER 1992
Prüfer DE GUSSEM J.L.			
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			